

Peramalan Kebutuhan Jumlah Vaksin Imunisasi Campak Dengan Menggunakan Metode ARIMA: Studi Kasus

Nabilla Indah Putri^{*1)}, Adhe Aji Wirawan²⁾, Nida An Khofiyah³⁾,
Yuniaristanto⁴⁾

¹⁾Teknik Industri, Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No. 36A, Surakarta, 57126, Indonesia

²⁾ Teknik Industri, Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No. 36A, Surakarta, 57126, Indonesia ³⁾ Teknik Industri, Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No. 36A, Surakarta, 57126, Indonesia

⁴⁾Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No. 36A, Surakarta, 57126, Indonesia

Email: nabillaip@gmail.com, adheajiwirawan@gmail.com, khofiyah.nidaan@gmail.com, yuniaristanto@ft.uns.ac.id

ABSTRAK

Peramalan (*forecasting*) merupakan suatu dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel peramal, sering berdasarkan data deret waktu historis (Gaspersz, 2005). Peramalan digunakan untuk memperkirakan suatu hal yang dapat berubah sehingga perencanaan yang dilakukan dapat terpenuhi di masa yang akan datang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode ARIMA, dikarenakan metode ARIMA merupakan salah satu metode peramalan yang ada selalu dibatasi dengan asumsi hanya untuk berbagai macam pola tertentu. Hasil peramalan jumlah permintaan vaksin imunisasi campak menunjukkan trend menurun jika dibandingkan dengan data aktual tahun sebelumnya. Hal ini bisa saja disebabkan karena data yang digunakan adalah data Puskesmas sehingga jumlah data kecil dan memungkinkan banyak data yang hilang.

Kata kunci: *Forecasting*, Metode ARIMA, Vaksin

1. Pendahuluan

Peramalan (*forecasting*) merupakan suatu dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel peramal, sering berdasarkan data deret waktu historis (Gaspersz, 2004). Peramalan digunakan untuk memperkirakan suatu yang dapat berubah sehingga perencanaan yang dilakukan dapat terpenuhi di masa yang akan datang. Peramalan permintaan merupakan tingkat permintaan suatu produk atau jasa yang diharapkan terpenuhi di masa yang akan datang. Salah satu contoh adalah permintaan produk vaksin campak untuk keperluan vaksinasi di sejumlah puskesmas. Campak adalah salah satu penyakit yang paling menular namun dapat dicegah dengan vaksin yang disebabkan oleh virus campak. Penyakit ini merupakan penyakit yang paling dikenal dan penyakit masa kecil yang jarang terjadi pada orang dewasa. Studi kasus ini dilakukan di Puskesmas XYZ.

Metode *time series* merupakan salah satu metode peramalan objektif. Metode ini tepat digunakan untuk melakukan peramalan terhadap nilai historis yaitu nilai pada masa yang akan datang berdasarkan nilai pada masa lalu dan sekarang, tanpa memperdulikan mengapa terjadi peningkatan nilai tertentu. Metode ARIMA merupakan salah satu metode peramalan *time series* yang hanya menggunakan variabel dependen berupa nilai masa lalu dan masa sekarang, sementara variabel independen diabaikan secara penuh. Alasan metode ARIMA merupakan salah satu metode peramalan yang ada selalu

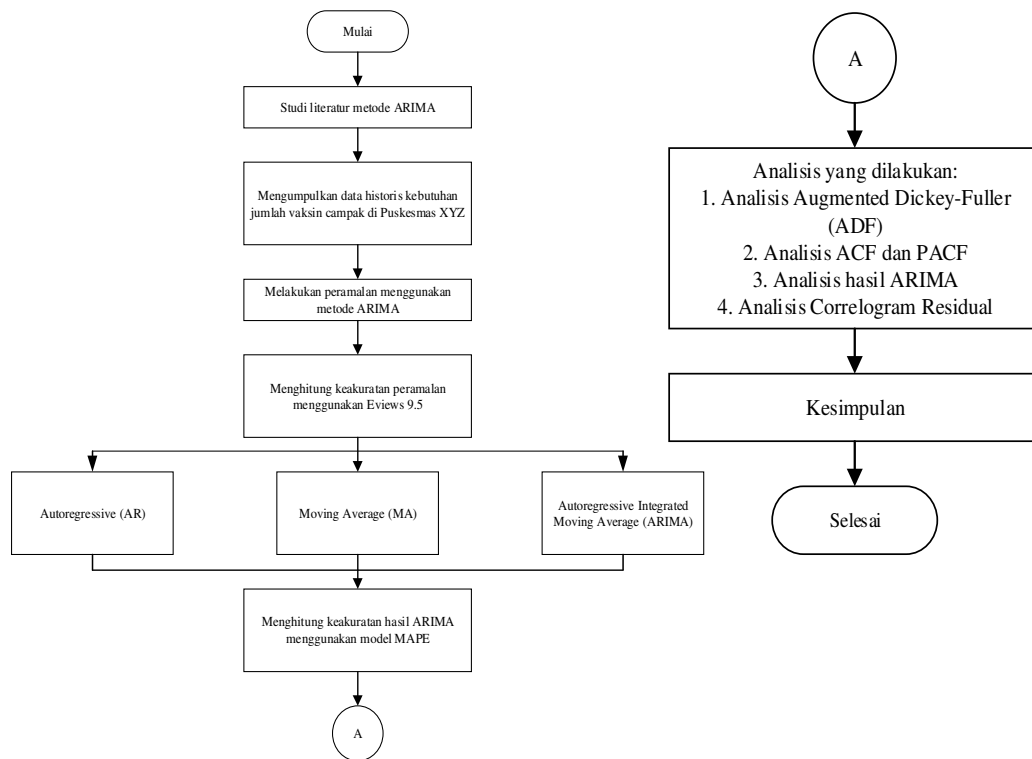
dibatasi dengan asumsi hanya untuk berbagai macam pola tertentu, contohnya adalah metode *exponential smoothing*. Asumsi yang digunakan berupa adanya suatu pola data yang stasioner. Metode ARIMA tidak membutuhkan adanya asumsi tentang suatu pola yang tetap sehingga berbeda dengan metode lainnya.

Sejumlah penelitian terdahulu telah dilakukan mengenai *forecasting* menggunakan metode ARIMA oleh Kasanah (2016), Sendy dkk (2016) dan Eko dkk (2016). Kasanah (2016) melakukan penelitian untuk menganalisis hasil peramalan kasus DBD di Puskesmas Mulyorejo. Dari hasil yang dilakukan terjadi trend yang menurun pada tahun 2016-2017. Sendy dkk (2016) melakukan penelitian untuk meramalkan jumlah produksi tanaman kelapa sawit dan hasil yang didapat adalah jumlah produksi tanaman kelapa sawit cenderung naik. Penelitian yang dilakukan oleh Eko dkk (2016) adalah melakukan peramalan produksi karet dengan hasil yang didapat memiliki trend yang fluktuatif. Selain tiga penelitian ini, hamper sebagian besar metode ARIMA membahas mengenai *modelling* dan *forecasting*. Pada artikel ini mencoba membahas peramalan vaksin imunisasi di Puskesmas XYZ.

2. Metode

Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu mulai dari studi literatur mengenai metode ARIMA. Kemudian mengumpulkan data historis kebutuhan jumlah vaksin campak pada puskesmas XYZ dan dilakukan peramalan menggunakan metode ARIMA. Data historis yang digunakan adalah permintaan jumlah vaksin campak dari bulan Januari 2017 hingga Desember 2017 pada Puskesmas XYZ. Setelah dilakukan peramalan, kemudian dilakukan penghitungan keakuratan peramalan menggunakan *software* Eviews 9.5. Penghitungan yang dilakukan antara lain *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA).

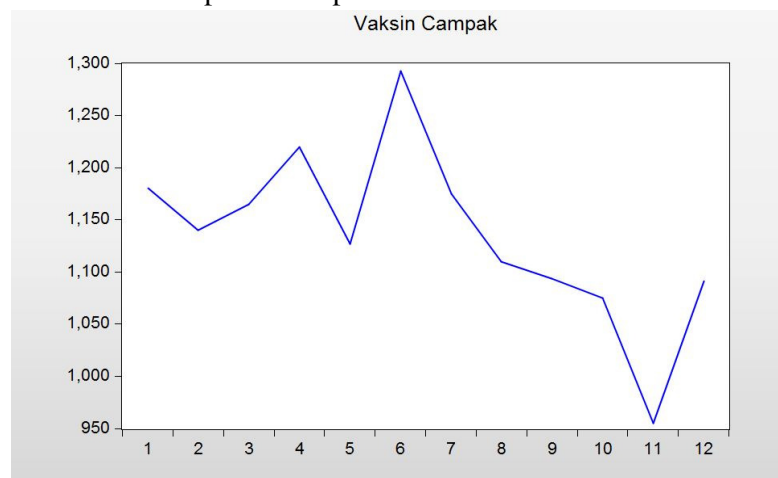
Untuk memastikan hasil yang didapat dari ARIMA telah akurat dan mengurangi tingkat kesalahan dapat digunakan dengan empat kriteria pemilihan model antara lain *root mean square error* (RMSE), *mean absolute error* (MAE), *mean absolute percentage error* (MAPE) dan *Theil Inequality Coefficient*. Pada artikel ini menggunakan MAPE karena ketersediaan data. Langkah selanjutnya dilakukan analisis. Analisis yang dilakukan yaitu, analisis *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), analisis ACF dan PACF, analisis hasil ARIMA, dan analisis *correlogram residual*. Setelah dilakukan analisis, dilakukan penarikan kesimpulan berupa hasil peramalan yang didapat dengan menggunakan metode ARIMA. Tahapan metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan pada artikel ini adalah permintaan vaksin imunisasi campak di salah satu puskesmas di Solo. Gambaran *time series* dari data permintaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Data Historis Demand Vaksin Imunisasi Campak

Dari data di atas dapat dilihat bahwa permintaan vaksin imunisasi campak fluktuatif. Berdasarkan data di atas menunjukkan bahwa data belum stasioner terhadap *mean* dan variasi. Secara khusus perlu dilakukan pengujian Augmented

Dickey-Fuller (ADF) sehingga diketahui data hasil permintaan vaksin imunisasi campak bersifat stasioner. Hasil dari pengujian tes ADF seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Tes ADF

Null Hypothesis: VAKSIN_CAMPAK has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.004014	0.2809
Test critical values:		
1% level	-4.200056	
5% level	-3.175352	
10% level	-2.728985	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 11

Berdasarkan hasil dari test ADF, nilai yang dihasilkan dari t-statistics sebesar -2,004014, masih lebih kecil dari nilai pada tabel t MacKinnon pada tingkat kepercayaan 1%, 5%, atau 10%. Untuk nilai probabilitas yang dihasilkan sebesar 0,2809. Nilai ini masih lebih besar daripada nilai $\alpha = 0,05$ ($0,2809 > 0,05$). Dari hasil yang didapatkan ini memperlihatkan bahwa data permintaan tersebut belum stasioner. Maka data ini memerlukan diferensiasi dan transformasi agar menjadi stasioner. Hasil dari tes ADF dengan *first differentiation* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Tes ADF dengan *First Differentiation*

Null Hypothesis: D(VAKSIN_CAMPAK) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.013315	0.0037
Test critical values:		
1% level	-4.297073	
5% level	-3.212696	
10% level	-2.747676	

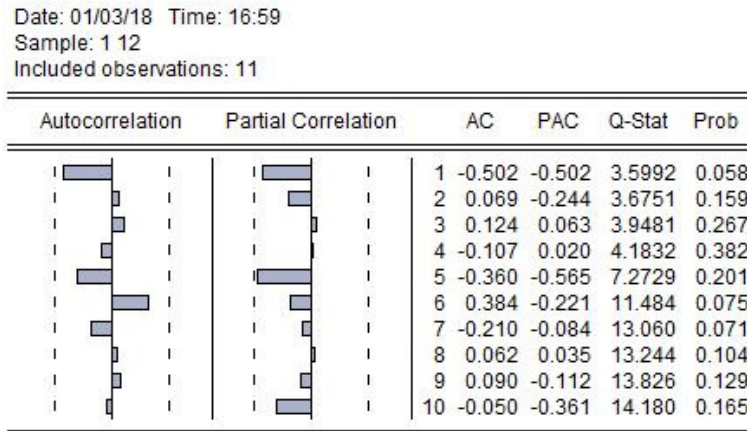
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 10

Berdasarkan hasil dari test ADF dengan *first differentiation*, nilai yang dihasilkan dari t-statistics sebesar -5,013315. Nilai yang dihasilkan dari tes ADF dengan *first differentiation* sudah lebih besar dari nilai pada tabel t MacKinnon dengan tingkat kepercayaan 5% dan 10%. Untuk nilai probabilitas yang dihasilkan sebesar 0,0037. Nilai probabilitas tersebut sudah lebih kecil daripada nilai $\alpha = 0,05$ ($0,0037 < 0,05$). Dari hasil yang didapatkan ini memperlihatkan bahwa data permintaan tersebut sudah stasioner pada diferensiasi tingkat

pertama. Langkah selanjutnya adalah, melakukan analisis *time series* dengan menggunakan ARIMA.

ACF dan PACF dilakukan untuk mengidentifikasi data yang sesuai untuk sarana data. Hasil korelogram dengan diferensiasi pertama akan menunjukkan grafik ACF dan PACF seperti pada Gambar 2.



Gambar 3. ACF dan PACF

Dari korelogram diatas dapat diprediksi bawah model ARIMA yang digunakan adalah ARIMA (1, 1, 0), ARIMA (0, 1, 1), ARIMA (1, 1, 1) dengan tidak konstan. Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan nilai C, probabilitas, dan AIC untuk setiap model ARIMA.

Tabel 3. ARIMA (1, 1, 0)

Dependent Variable: D(VAKSIN_CAMPAK)
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 01/03/18 Time: 17:20
Sample: 2 12
Included observations: 11
Convergence achieved after 19 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-12.16729	19.59342	-0.620989	0.5519
AR(1)	-0.593955	0.393755	-1.508438	0.1699
SIGMASQ	5619.231	3202.247	1.754777	0.1174

R-squared	0.331022	Mean dependent var	-8.090909
Adjusted R-squared	0.163777	S.D. dependent var	96.12331
S.E. of regression	87.90018	Akaike info criterion	12.05683
Sum squared resid	61811.54	Schwarz criterion	12.16535
Log likelihood	-63.31259	Hannan-Quinn criter.	11.98843
F-statistic	1.979266	Durbin-Watson stat	2.252770
Prob(F-statistic)	0.200285		

Inverted AR Roots	-0.59
-------------------	-------

Tabel 4. ARIMA (0, 1, 1)

Dependent Variable: D(VAKSIN_CAMPAK)
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 01/03/18 Time: 17:21
Sample: 2 12
Included observations: 11
Failure to improve objective (non-zero gradients) after 37 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-14.24126	5.556687	-2.562904	0.0335
MA(1)	-0.999997	55113.70	-1.81E-05	1.0000
SIGMASQ	4367.341	9005096.	0.000485	0.9996

R-squared	0.480061	Mean dependent var	-8.090909
Adjusted R-squared	0.350076	S.D. dependent var	96.12331
S.E. of regression	77.49254	Akaike info criterion	11.99114
Sum squared resid	48040.75	Schwarz criterion	12.09966
Log likelihood	-62.95126	Hannan-Quinn criter.	11.92273
F-statistic	3.693212	Durbin-Watson stat	1.885869
Prob(F-statistic)	0.073082		

Inverted MA Roots	1.00
-------------------	------

Tabel 5. ARIMA (1, 1, 1)

Dependent Variable: D(VAKSIN_CAMPAK)
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 01/03/18 Time: 17:22
Sample: 2 12
Included observations: 11
Convergence achieved after 25 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-12.82148	15.46523	-0.829052	0.4344
AR(1)	-0.400221	0.616795	-0.648872	0.5371
MA(1)	-0.293424	0.501583	-0.584996	0.5769
SIGMASQ	5381.714	3168.634	1.698434	0.1332

R-squared	0.359298	Mean dependent var	-8.090909
Adjusted R-squared	0.084712	S.D. dependent var	96.12331
S.E. of regression	91.96183	Akaike info criterion	12.20015
Sum squared resid	59198.85	Schwarz criterion	12.34484
Log likelihood	-63.10085	Hannan-Quinn criter.	12.10895
F-statistic	1.308507	Durbin-Watson stat	2.047975
Prob(F-statistic)	0.345085		

Inverted AR Roots	-.40
Inverted MA Roots	.29

Untuk memilih model ARIMA yang terbaik untuk meramalkan jumlah permintaan vaksin imunisasi campak perlu melakukan perbandingan dengan nilai Akaike Info Criterion (AIC) dan Schwarz Criterion (SIC). Berikut perbandingan nilai AIC dan SIC pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Nilai AI dan SIC Model ARIMA

Nilai	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (0,1,1)	ARIMA (1,1,1)
AIC	12.05683	11.99114	12.20015
SIC	12.16535	12.09966	12.34484

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa dari ketiga model ARIMA tersebut yang memiliki nilai AIC dan SIC yang paling kecil adalah model ARIMA (0, 1, 1).

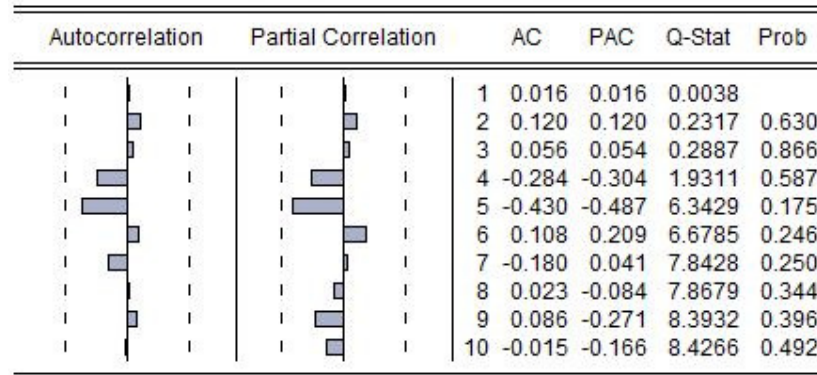
Untuk menguji apakah residual hasil estimasi sudah bersifat *white noise*, yang berarti modelnya sudah tepat maka model ARIMA yang dipilih diuji seperti pada Gambar 4.

Date: 01/03/18 Time: 17:30

Sample: 1 12

Included observations: 11

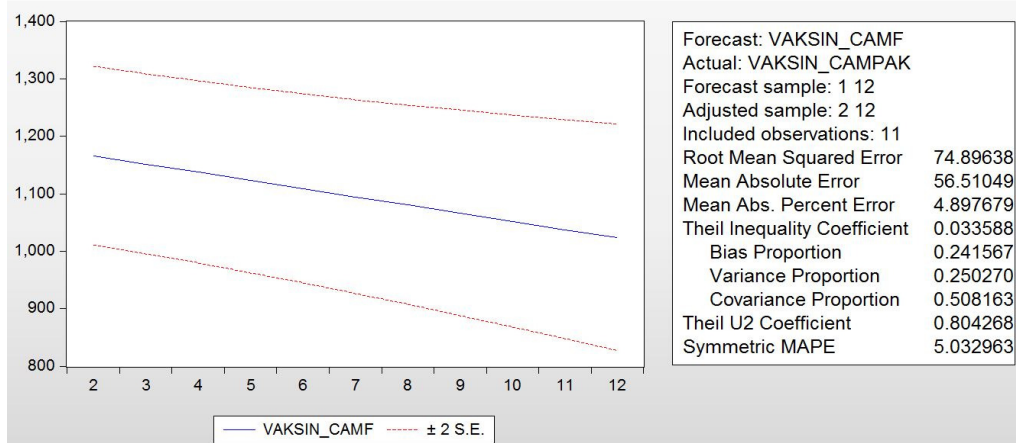
Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term



Gambar 4. Correlogram Residual

Dari gambar di atas tampak bahwa residual sudah bersifat *white noise* atau random. Hal ini ditunjukkan dengan grafik batang yang semuanya berada di dalam garis Bartlett.

Setelah menentukan model terbaik yaitu ARIMA (0, 1, 1) maka langkah selanjutnya adalah melakukan peramalan dengan program Eviews 9.5, maka akan langsung ditampilkan hasilnya, seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Peramalan

Dari hasil peramalan yang didapat, untuk nilai MSE sebesar 74,89638, nilai MAE sebesar 56,51049, dan nilai MAPE sebesar 4,897679. Maka dari tiga kriteria ini, yang terpilih adalah MAPE karena memiliki nilai kriteria yang paling kecil, mengindikasikan hasil yang dihasilkan tidak bias tetapi peramalan kurang akurat. Dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa estimasi peramalan pada periode ke depan cenderung mengalami penurunan. Hal ini dapat dikarenakan data yang digunakan adalah data puskesmas sehingga jumlah data kecil dan memungkinkan beberapa data ada yang *miss*.

Last updated: 01/03/18 - 17:37			
Modified: 1 12 // forecast(e, g) vaksin_canf			
1	NA		
2	1165.759		
3	1151.517		
4	1137.276		
5	1123.035		
6	1108.794		
7	1094.552		
8	1080.311		
9	1066.070		
10	1051.829		
11	1037.587		
12	1023.346		

Gambar 6. Nilai Estimasi Peramalan

4. Simpulan

Jumlah data vaksin imunisasi campak tidak stasioner dan mengindikasikan ketidakstabilan variasi residual, maka data fluktuasi membutuhkan uji ADF untuk mendapatkan stasioner. Untuk melakukan ramalan permintaan dilakukan data stasioner dengan diferensiasi pertama. Hasil peramalan jumlah permintaan vaksin imunisasi campak menunjukkan trend menurun jika dibandingkan dengan data actual tahun sebelumnya. Hal ini bisa saja disebabkan karena data yang digunakan adalah data puskesmas sehingga jumlah data kecil dan memungkinkan banyak data yang *miss*.

Daftar Pustaka

- Adebiyi, Ayodele. A., Adewumi, Aderemi, O., and Ayo, Charles K. (2014). Stock Price Prediction Using the ARIMA Model. *16th International Conference Computer Modelling and Simulation*, pp. 105-111.
- Earnest, Arul., Tan, Beng Say., Wilder-Smith, Annelies., and Machin, David. (2012). Comparing Statistical Models to Predict Dengue Fever Notifications. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, Volume 2012.
- Ekananda, Mahyus. (2014). *Analisis Data Time Series untuk Penelitian Ekonomi Manajemen dan Akuntansi*. Mitra Wacana Media. Jakarta.
- Elvani, Parlinsa Seny., Utary, Anis Rachma., dan Yударuddin, Rizky., (2016). Peramalan Jumlah Produksi Tanaman Kelapa Sawit dengan Menggunakan Metode Arima (*Autoregressive Integrated Moving Average*). *Jurnal Manajemen*, Volume 8, pp. 95-112.
- Eni, Daniel. and Adeyeye., Fola J. (2015). Seasonal ARIMA Modelling and Forecasting of Rainfall in Warri Town, Nigeria, *Journal of Geoscience and Environment Protection*, pp. 91-98 (August 2015).
- Gaspersz, Vincent. (2004). *Production Planning and Inventory Control*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta, Indonesia.
- Gaspersz, Vincent. (2005). *Production Planning and Inventory Control*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta, Indonesia.

- Ilic, Ivana., Jovanovic, Sonja., and Milic, Vesna Jankovic. (2016). Forecasting Corn Production in Serbia Using ARIMA Model. *Economics of Agriculture*, pp. 1141-1156.
- Kasanah, Luluk Nor. (2016). Aplikasi *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) untuk Meramalkan Jumlah Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Puskesmas Mulyorejo. *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*, Vol. 5, No. 2, pp. 177-186.
- Khandelwal, Ina., Adhikari, Ratnadip., and Verma, Ghanshyam. (2015). Time Series Forecasting Using Hybrid ARIMA and ANN Models Based on DWT Decomposition. *ICCC-Procedia Computer Science*, pp. 173-179.
- Mulyono. (2000). *Peramalan Bisnis dan Ekonometrika Edisi Pertama*. BPFE. Yogyakarta.
- Nurrahma, Dwiska Aini., Ridwan, Ari Yanuar., dan Santosa, Budi. (2016). Usulan Perencanaan Kebijakan Persediaan Vaksin Menggunakan Metode *Continuous Review* (s,S) untuk Mengurangi *Overstock* di Dinas Kesehatan Kota XYZ. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*, Vol. 3, No. 2, pp. 47-51.
- Permatasari, Carina Intan., Sutopo, Wahyudi., dan Hisjam, Muh. (2017). Sales Forecasting Newspaper with ARIMA: A Case Study. *ICIMECE* (September 2017).
- Sarpong, Smart.A. (2013). Modelling and Forecasting Material Mortality; an Application of ARIMA Models. *International Journal of Applied Science and Technology*, Vol. 3, No. 1, pp. 19-28.
- Setyawan, Eko., Subantoro, Renan., dan Prabowo, Rossi. (2016). Analisis Peramalan (*Forecasting*) Produksi Karet (*Hevea Brasiliensis*) di PT Perkebunan Nusantara IX Kebun Sukamangli Kabupaten Kendal. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, Vol. 12, No. 2, pp. 11-19.
- Shu, Ming-Hung., Nguyen, Thani-Lam., Hsu, Bi-Min., Lu, Chunwei., and Huang, Jui-Chan. (2014). Forecasting Cargo Throughput with Modified Seasonal ARIMA Models. *WSEAS Transactions on Mathematics*, Vol. 13, pp. 171-181.
- Udom, Patimaporn. and Phumchusri, Naragain. (2014). A Comparison Study between Time Seris Model and ARIMA Model for Sales Forecasting of Distributor in Plastic Industry. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*, Vol. 4, No. 2, pp. 32-38 (February 2014).